

PATENT COOPERATION TREATY

BEST AVAILABLE COPY

PCT
NOTIFICATION OF ELECTION
(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 26 February 2001 (26.02.01)	
International application No. PCT/EP00/05251	Applicant's or agent's file reference G61082-ms
International filing date (day/month/year) 07 June 2000 (07.06.00)	Priority date (day/month/year) 18 June 1999 (18.06.99)
Applicant APPELT, Stephan et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

15 January 2001 (15.01.01)

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Pascal Piriou Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT 3

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference G61082-ms	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/05251	International filing date (day/month/year) 07 June 2000 (07.06.00)	Priority date (day/month/year) 18 June 1999 (18.06.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01R 33/28		
Applicant FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.
<input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
These annexes consist of a total of <u>2</u> sheets.
3. This report contains indications relating to the following items:
I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report
II <input type="checkbox"/> Priority
III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention
V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited
VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application
VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 15 January 2001 (15.01.01)	Date of completion of this report 22 August 2001 (22.08.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/05251

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- the international application as originally filed.
- the description, pages 1-8,10-13, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages 9, filed with the letter of 06 August 2001 (06.08.2001),
pages _____, filed with the letter of _____
- the claims, Nos. 2-9,11, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. 1,10,12, filed with the letter of 06 August 2001 (06.08.2001),
Nos. _____, filed with the letter of _____
- the drawings, sheets/fig 1, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- the description, pages _____
- the claims, Nos. _____
- the drawings, sheets/fig _____

3. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 00/05251

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

According to amended Claim 1 the test cell has a further opening. However, according to original Claim 1 it was the glass body that had a further opening. The original application appears to contain no basis for the extension of the scope of protection of amended Claim 1.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/EP 00/05251

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Starting from the test cell for a polariser of noble gases in Appl.Phys.Lett 69 (1996) 1668-1670, which has the disadvantages mentioned on page 7, line 28 - page 8, line 3 of the application, the invention addresses the problem of creating a test cell which is compression-proof and in which the pumped light can spread through the cell without lens flare.

The problem is solved in that planar glass windows are pushed into openings of glass bodies and are then, from the outside, fused with the inner surfaces of the openings, which are wider than the width of the pushed-in window. In this way a large pressure resistance and good optical characteristics can be obtained.

The solution of the problem addressed is not suggested by the prior art. Rev.Sci.Instrum. 70 (1999) 1546-1552 describes a cylindrical glass cell with flat windows at its ends which is designed for the polarisation of noble gases. However, no mention is made of how the windows are attached to the cell (they could for example be fused onto the cylindrical body without being pushed into it). The same applies to the conically tapering cell shown in Figure 2 of US-A-5 642 625.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/EP 00/05251

The subject matter of independent Claims 1, 10 and 12 and of dependent Claims 2-9 and 11 is therefore regarded as novel and inventive.

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

- 1.) In the description the unit "bar" is not additionally given in the system prescribed by PCT Rule 10.1(a).
- 2.) In Claim 10 the words "characterised in that" pretends a two-part form which, however, is not correct in that form because a method for producing a test cell according to one of the device claims is not yet known. The one-part form would therefore be preferable in this case.

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1.) Claims 1 and 10

- a) The verb "has" is missing in the third line of Claim 1 ("has an outlet for gas").
- b) The definition of the edge of the opening is slightly ambiguous (it could also be the lateral edge of the opening if one looks at the opening from above). To disambiguate this definition the edge should for example be defined as the inner surface of the further opening (cf. page 10, lines 1-3 of the description), and at the end of the antepenultimate line of Claim 1 the indication "so that an extensive contact is possible between the window and the edge of the further opening" should be added as required (cf. page 9, lines 19-21 of the description).
- c) In Claim 10 the formulation "a glass body with a further opening... is provided" should be changed so as to be more clear and preferably be "a glass body with an opening, an outlet and a further opening is provided".

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts G61082-ms	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 00/05251	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 07/06/2000	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 18/06/1999
Anmelder		
FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH GMBH et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

wie vom Anmelder vorgeschlagen

keine der Abb.

weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCI/EP 00/05251

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01R33/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>ROSEN M S ET AL: "Polarized Xe optical pumping/spin exchange and delivery system for magnetic resonance spectroscopy and imaging studies" REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, Bd. 70, Nr. 2, Februar 1999 (1999-02), Seiten 1546-1552, XP000942379 ISSN: 0034-6748 siehe Kapitel II.A "Optical pumping/spin exchange"</p> <p>---</p> <p>-/-</p>	1-12

X Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 - *A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Becherbenberichts

9. Januar 2001

17/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lersch, W

INTERNATIONALER BECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 00/05251

C (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DRIEHUYS B ET AL: "HIGH-VOLUME PRODUCTION OF LASER-POLARIZED 129XE" APPLIED PHYSICS LETTERS, US, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, Bd. 69, Nr. 12, 16. September 1996 (1996-09-16), Seiten 1668-1670, XP000629162 ISSN: 0003-6951 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1-3, 6-8, 10, 12
A	US 5 642 625 A (CATES JR GORDON D ET AL) 1. Juli 1997 (1997-07-01) Spalte 14, Zeile 66 -Spalte 16, Zeile 61; Abbildungen 2,3 -----	1-3, 5-10, 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/05251

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5642625	A 01-07-1997	AU 709623 B	02-09-1999
		AU 2594397 A	22-10-1997
		CA 2250168 A	09-10-1997
		EP 0896655 A	17-02-1999
		JP 2000507689 T	20-06-2000
		WO 9737178 A	09-10-1997

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Dezember 2000 (28.12.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/79244 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01N 21/00**

[DE/DE]; Gut Kartaus, Dürenerstrasse 25, 52428 Jülich (DE). D'ORSANEO, Giovanni [IT/DE]; Artilleriestrasse 72, 52428 Jülich-Broich (DE). SHAH, Nadim, Joni [GB/DE]; Vikariestrasse 4, 52441 Linnich-Boslar (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP00/05251**

(74) Anwalt: **GILLE HRABAL STRUCK NEIDLEIN PROP ROOS**; Brucknerstrasse 20, D-40593 Düsseldorf (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Juni 2000 (07.06.2000)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**
(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Angaben zur Priorität:
199 27 788.5 18. Juni 1999 (18.06.1999) DE

Veröffentlicht:

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH [DE/DE]; 52428 Jülich (DE).

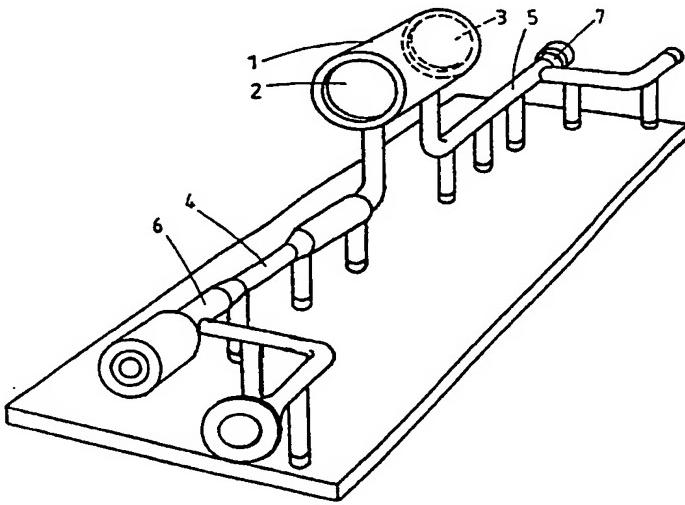
— *Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.*

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): APPELT, Stephan

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TEST CELL FOR A NOBLE GAS POLARIZER

(54) Bezeichnung: PROBENZELLE FÜR EINEN POLARISATOR VON EDELGASEN



WO 00/79244 A2

(57) Abstract: The invention relates to a test cell having a glass body comprising a gas inlet and outlet and at least one hole. A planar glass window is fused into said hole. The form and size of the window match the form and size of the hole, which is defined by an edge that is wider than the width of the window. The edge of the window is fused together with the edge of the hole. The invention also relates to a method for the production of said test cell. To this end, the window is pushed into the hole. The edge of the hole is heated several times from the outside so that the glass melts and the window and the edge of the hole are fused together. The test cell produced according to said method has a particularly solid connection between the window and the glass body thereby enabling the glass body to withstand pressures above 10 bar and ensuring the passage of light without any lens flaring effects as a result of its planar parallel window. The test cell is used in a noble gas polarizer.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Probenzelle mit einem Glaskörper, der einen Einlaß und einen Auslaß für Gas sowie wenigstens eine Öffnung aufweist, in die Öffnung ist eine planes Fenster aus Glas hineingeschmolzen, die Form und Größe des Fensters entspricht der Form und Größe der Öffnung, die Öffnung wird durch einen Rand begrenzt, der Rand ist breiter als das Fenster dick ist und der Rand des Fensters ist mit dem Rand der Öffnung verschmolzen. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung der Probenzelle. Dabei wird das Fenster in die Eröffnung hineingeschoben. Der Rand der Eröffnung wird von außen mehrfach so erhitzt, daß das Glas schmilzt, so daß eine Schmelzverbindung zwischen dem Fenster und dem Rand der Öffnung gebildet wird. Die verfahrensgemäß hergestellte Probenzelle weist eine besonders feste Verbindung zwischen dem Fenster und dem Glaskörper auf. Daher vermag diese Glaszelle Drucke oberhalb von 10 bar auszuhalten und gewährleistet wegen seines planparallelen Fensters einen Lichtdurchgang ohne Linseneffekte. Die Probenzelle wird bei einem Polarisator für Edelgas eingesetzt.

1 531 Rec'd PCT/EP

17 DEC 2001

Probenzelle für einen Polarisator von Edelgasen

5

Die Erfindung betrifft eine Probenzelle für einen Polarisator von Edelgasen. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung der Probenzelle.

10 Es ist eine Probenzelle für einen Polarisator von Edelgasen bekannt, die aus Glas besteht, einen Einlaß und einen Auslaß für Gas aufweist und durch die das Licht eines Lasers hindurch geleitet wird.

15 Neuere Entwicklungen in der Magnet Resonanz Tomographie (MRT) sowie in der Magnet Resonanz Spektroskopie (NMR) mit polarisierten Edelgasen lassen Anwendungen in der Medizin, in der Physik und in den Materialwissenschaften erwarten. Große Polarisationen von Kernspins können durch optisches

20 Pumpen mit Hilfe von Alkaliatomen erzielt werden, wie der Druckschrift Happer et al., Phys. Rev. A, 29, 3092 (1984) zu entnehmen ist. Typischerweise wird zur Zeit Rubidium in Anwesenheit eines Edelgases und Stickstoff eingesetzt. Auf diese Weise ist es möglich, eine Kernspinpolarisation des

25 Edelgases Xenon (¹²⁹Xe) von ca. 20 Prozent zu erreichen. Eine solche Kernspinpolarisation ist ca. 100 000 mal größer als die Gleichgewichtspolarisation in klinischen Magnet Resonanz Tomographen. Die damit verbundene drastische Steigerung des Signal - Rausch - Verhältnisses erklärt, weshalb in Zukunft neue Anwendungsmöglichkeiten in der

30 Medizin, Wissenschaft und Technik erwartet werden.

Unter Polarisation wird der Grad der Ausrichtung (Ordnung) der Spins von Atomkernen oder Elektronen verstanden. 100 Prozent Polarisation bedeutet zum Beispiel, daß sämtliche Kerne oder Elektronen in gleicher Weise orientiert sind. Mit der Polarisation von Kernen oder Elektronen ist ein

magnetisches Moment verbunden.

Polarisiertes Xenon wird zum Beispiel von einem Menschen
inhaliert oder in ihn injiziert. 10 bis 15 Sekunden später
5 sammelt sich das polarisierte Xenon im Gehirn an. Mit Hilfe
der Magnetischen Resonanz Tomographie wird die Verteilung
des Edelgases im Gehirn festgestellt. Das Ergebnis wird für
weitere Analysen genutzt.

10 Die Wahl des Edelgases hängt vom Anwendungsfall ab. $^{129}\text{Xenon}$
weist eine große chemische Verschiebung auf. Wird Xenon
z. B. auf einer Oberfläche adsorbiert, so verändert sich
signifikant seine Resonanzfrequenz. Außerdem löst sich
Xenon in fettliebenden (d. h.: lipophilen) Flüssigkeiten.
15 Wenn derartige Eigenschaften erwünscht sind, wird Xenon
eingesetzt.

Das Edelgas Helium löst sich kaum in Flüssigkeiten. Das
Isotop $^3\text{Helium}$ wird daher regelmäßig dann verwendet, wenn
20 Hohlräume betroffen sind. Die Lunge eines Menschen stellt
ein Beispiel für einen solchen Hohlraum dar.

Einige Edelgase weisen andere wertvolle Eigenschaften als
die vorgenannten auf. So besitzen z. B. die Isotope
25 $^{83}\text{Krypton}$, $^{21}\text{Neon}$ und $^{131}\text{Xenon}$ ein Quadrupolmoment, welches
z. B. für Experimente in der Grundlagenforschung bzw. in
der Oberflächenphysik interessant sind. Diese Edelgase sind
allerdings sehr teuer, so daß diese für Anwendungen, bei
denen größere Mengen verwendet werden, ungeeignet sind.

30 Aus der Druckschrift "B. Driehuys et al., Appl. Phys. Lett.
69, 1668 (1996) ist bekannt, Edelgase auf folgende Weise zu
polarisieren.

35 Mit Hilfe eines Lasers wird zirkular polarisiertes Licht
bereitgestellt, also Licht, bei dem der Drehimpuls bzw. der
Spin der Photonen alle in die gleiche Richtung zeigen. Der

Drehimpuls der Photonen wird auf freie Elektronen von Alkaliatomen übertragen. Die Spins der Elektronen der Alkaliatome weisen somit eine große Abweichung vom thermischen Gleichgewicht auf. Die Alkaliatome sind somit

5 polarisiert. Durch einen Stoß von einem Alkaliatom mit einem Atom eines Edelgases wird die Polarisation des Elektronenspins vom Alkaliatom auf das Atom des Edelgases übertragen. Es entsteht so polarisiertes Edelgas.

10 Alkaliatome werden eingesetzt, da diese über ein großes optisches Dipolmoment verfügen, welches mit dem Licht wechselwirkt. Ferner weisen Alkaliatome jeweils ein freies Elektron auf, so daß keine nachteilhaften Wechselwirkungen zwischen zwei und mehr Elektronen pro Atom auftreten
15 können.

Cäsium wäre ein besonders gut geeignetes Alkaliatom, welches gegenüber Rubidium zur Erzielung vorgenannter Wirkungen überlegen ist. Es stehen jedoch zur Zeit keine
20 Laser mit genügend hoher Leistung zur Verfügung, wie sie für die Polarisation von Xenon mittels Cäsium benötigt würden. Es ist jedoch zu erwarten, daß in Zukunft Laser mit Leistungen um 100 Watt auf der Cäsiumwellenlänge entwickelt werden. Dann wird voraussichtlich bevorzugt Cäsium für die
25 Polarisation von Edelgasen eingesetzt.

Der Stand der Technik ist, ein Gasgemisch unter einem Druck von typischerweise 7 bis 10 bar durch eine zylindrische Glaszelle langsam durchzuleiten. Das Gasgemisch besteht zu
30 98 Prozent aus ^4He lium, einem Prozent Stickstoff bzw. einem Prozent Xenon. Die typischen Geschwindigkeiten des Gasgemisches betragen einige ccm pro Sekunde.

Das Gasgemisch durchströmt zunächst ein Gefäß (nachfolgend "Vorratsgefäß" genannt), in dem sich ca. ein Gramm Rubidium befindet. Das Vorratsgefäß mit dem darin befindlichen Rubidium wird zusammen mit der sich anschließenden

Glaszelle auf ca. 100 bis 150 Grad Celsius erwärmt. Durch Bereitstellung dieser Temperaturen wird das Rubidium verdampft. Die Konzentration der verdampften Rubidium-Atome in der Gasphase wird durch die Temperatur im Vorratsgefäß bestimmt. Der Gasstrom transportiert die verdampften Rubidium - Atome von dem Vorratsgefäß in die zylindrische Probenzelle. Ein leistungsstarker, zirkular polarisierter Laser (100 Watt Leistung im kontinuierlichen Betrieb) durchstrahlt die Probenzelle (auch nachfolgend "Glaszelle" genannt) axial und pumpt optisch die Rubidium - Atome in einen hochpolarisierten Zustand. Die Wellenlänge des Lasers muß dabei auf die optische Absorptionslinie der Rubidium - Atome (D 1 - Linie) abgestimmt sein. Mit anderen Worten: Um die Polarisation vom Licht auf ein Alkaliatom optimal zu übertragen, muß die Frequenz des Lichts mit der Resonanzfrequenz des optischen Übergangs übereinstimmen. Die Probenzelle befindet sich in einem statischen magnetischen Feld von einigen 10 Gauss, das von einer Spule (Helmholtzspulenpaar) erzeugt wird. Die Richtung des magnetischen Feldes verläuft parallel zur Zylinderachse der Probenzelle bzw. parallel zur Strahlrichtung des Lasers. Das Magnetfeld dient der Führung der polarisierten Alkaliatome. Die durch das Licht des Lasers optisch hochpolarisierten Rubidium - Atome kollidieren in der Glaszelle u. a. mit den Xenon - Atomen und geben ihre hohe Polarisation an die Xenon - Atome ab. Am Ausgang der Probenzelle scheidet sich das Rubidium aufgrund des hohen Schmelzpunkts im Vergleich zu den Schmelzpunkten der übrigen Gasen an der Wand ab. Das polarisierte Xenon bzw. das Gasgemisch wird von der Probenzelle in eine Ausfriereinheit weitergeleitet. Diese besteht aus einem Glaskolben, dessen Ende in flüssigem Stickstoff getaucht ist. Der Glaskolben befindet sich ferner in einem Magnetfeld mit einer Stärke von 1000 bis 2000 Gauss. Das hochpolarisierte Xenon-Gas scheidet sich an der inneren Glaswand der Ausfriereinheit als Eis ab, soweit die Glaswand in die aus Stickstoff bestehende Flüssigkeit

getaucht ist. Am Auslaß der Ausfriereinheit wird das restliche Gas (Helium und Stickstoff) über ein Nadelventil geleitet und schließlich abgelassen.

- 5 Die Flußgeschwindigkeit in der gesamten Anordnung kann über das Nadelventil gesteuert und mit einem Meßgerät gemessen werden. Steigt die Flußgeschwindigkeit zu sehr an, so verbleibt keine Zeit zur Übertragung der Polarisation von den Rubidium - Atomen auf die Xenon - Atome. Es wird also
- 10 keine Polarisation erzielt. Ist die Flußgeschwindigkeit zu niedrig, so verstreicht zuviel Zeit, bis die gewünschte Menge an hochpolarisiertem Xenon eingefroren ist. Durch Relaxation nimmt die Polarisation der Xenon - Atome nämlich wieder ab. Die Relaxation der Xenon-Atome wird durch das
- 15 Einfrieren sowie durch das starke Magnetfeld, welchem die Ausfriereinheit ausgesetzt ist, stark verlangsamt. Es ist daher erforderlich, nach der Polarisierung das Edelgas möglichst schnell und verlustfrei einzufrieren. Zwar kann die Relaxation durch das Einfrieren nicht vermieden werden.
- 20 Es verbleiben bei T=77 K jedoch noch 1 bis 2 Stunden Zeit, ehe die Polarisation so stark abgenommen hat, daß eine weitere Verwendung des anfangs hochpolarisierten Gases nicht mehr möglich ist.
- 25 Um ein einzelnes, freies Alkaliatom zu polarisieren, ist eine bestimmte Energie erforderlich. Diese erforderliche Energie entspricht der Resonanzfrequenz zur Anhebung des freien Elektrons des Alkaliatoms von dem Grundzustand in einen angeregten Zustand. Um die Energie von einem Laser
- 30 auf das Alkaliatom optimal zu übertragen, muß die Frequenz des Lichts des Lasers auf die Resonanzfrequenz des Alkaliatoms abgestimmt werden. Allgemein senden Laser ihr Licht innerhalb eines bestimmten Frequenzspektrums aus. Es handelt sich dabei also nicht um eine einzelne Frequenz,
- 35 sondern um eine Verteilung von Frequenzen. Das zur Verfügung stehende Spektrum eines Lasers wird durch die sogenannte Linienbreite charakterisiert. Am effektivsten

werden Alkaliatome polarisiert, wenn die Linienbreite des Lasers übereinstimmt mit der Linienbreite des optischen Übergangs des Alkaliatoms. Die optische Linienbreite eines Alkaliatoms ist nun proportional zum Druck des
5 beigemischten ^4He Lasers (Druckverbreiterung). Je höher nämlich der Druck ist, umso höher ist die Anzahl der Stöße zwischen einem Alkaliatom und einem Stoßpartner wie Helium.

Bei dem gemäß Stand der Technik eingesetzten 100 Watt
10 starken Laser handelt es sich um einen glasfasergekoppelten Diodenlaser mit einer typischen Spektralbreite von 2 Nanometern. Bei einem Gasdruck von 10 bar ist die Linienbreite des optischen Überganges von Rubidiumatomen auf ca. 0,3 Nanometer verbreitert. Daher wird in den
15 vorhandenen Rubidium - Xenon - Polarisatoren, in denen zum optischen Pumpen teure Diodenlaser mit typischerweise 2 Nanometer Linienbreite eingesetzt werden, nur ein Bruchteil des Laserlichts genutzt. Verwendet man bei 10 bar Gasdruck die erheblich billigeren Diodenlaser mit 4 - 5 nm
20 Linienbreite, ist die Effizienz noch wesentlich geringer.

Die Partialdrucke von Helium betragen in einem Gasgemisch gemäß Stand der Technik zur Zeit bis zu 10 bar. Im Vergleich zu den übrigen Partialdrucken ist dieser sehr
25 hoch. Außer der Druckverbreiterung des optischen Übergangs des Alkaliatoms bewirkt der hohe Partialdruck, daß polarisierte Atome nur selten an die Probenwand der Glaszelle gelangen und dort z.B. durch Wechselwirkung mit paramagnetischen Zentren ihre Polarisation verlieren. Mit
30 zunehmenden Partialdruck des Heliums nimmt die Wahrscheinlichkeit ab, daß polarisierte Atome nachteilhaft an die Zellenwand stoßen.

Um die volle Leistung des Lasers zu nutzen und gleichzeitig
35 nachteilhafte Relaxationseffekte durch Stöße mit der Wand zu reduzieren, müßte bei Helium - Drucken weit oberhalb von 30 bar gearbeitet werden.

Bei der Zusammenstellung des Gasgemisches ist ferner folgendes zu beachten.

- 5 Ein Alkaliatom, wie z.B. Rubidium, vermag nach Absorption eines vom Laser stammenden Photons ein Photon aufgrund von Fluoreszenz (Fluoreszenzphoton) zu emittieren. Wird ein solches Fluoreszenzphoton von einem benachbarten polarisierten Alkaliatom eingefangen, so führt dieser
10 Einfang zur Depolarisation des Alkaliatoms. Der bei der Polarisation von Edelgasen eingesetzte Stickstoff im Gasgemisch dient der Unterdrückung ("Quenching") dieser Fluoreszenzstrahlung, um damit die vorgenannte unerwünschte Depolarisation herabzusetzen. Der Stickstoff-Partialdruck
15 beträgt typischerweise beim Stand der Technik um die 0,1 bar.

Die schweren Edelgas - Atome, also z.B. Xenon - Atome verursachen bei Stößen mit den Alkaliatomen eine starke
20 Relaxation der Polarisation der Alkaliatome. Um die Polarisation der Alkaliatome beim optischen Pumpen so groß wie möglich zu halten, muß der Partialdruck der Edelgase im Gasgemisch entsprechend klein sein. Selbst bei einem Xenon - Partialdruck im Gasgemisch von nur 0,1 bar braucht man
25 Laserleistungen um die 100 Watt, um im ganzen Probenvolumen Polarisationen der Alkaliatome von 70 Prozent zu erreichen.

Beim Stand der Technik werden Glaszellen eingesetzt, die aus einem Stück Glas geblasen sind. Es war bisher nicht
30 möglich, auf andere Weise eine Glaszelle zu schaffen, die die gewünschten hohen Drucke auszuhalten vermochte und gleichzeitig eine hohe optische Qualität gewährleistet. Die vorgenannte Herstellung der Glaszelle hat zur Folge, daß die Fenster, durch die das Licht des Lasers ein- und
35 austritt, stets gekrümmt bzw. abgerundet sind. Es treten beim Eintritt oder Austritt des Lichts des Lasers unerwünschte, nachteilhafte Linseneffekte auf. Das Licht

des Lasers wird fokussiert oder aufgeweitet. Hierdurch verschlechtert sich die Effizienz, Alkaliatome im Gasgemisch der Glaszelle zu polarisieren, erheblich.

- 5 Eine Glaszelle für die Polarisation von Edelgasen soll folgende Anforderungen erfüllen.

Sie muß einen hohen Druck von wenigstens 10 bar aushalten, unmagnetisch bzw. resistent gegenüber Alkalimetallen bei 10 Temperaturen von bis zu 200 Grad Celsius sein.

Die Glaszelle soll mit Ventilen verschlossen werden können. Die Ventilköpfe bzw. Dichtungsringe müssen 200 Grad Celsius in Anwesenheit von dem Gasgemisch überstehen, außerdem 15 unmagnetisch und druckfest sein. Der Einfluß der Ventile auf die Polarisation des Edelgases sollte so gering wie möglich sein.

Die Oberfläche im Inneren der Zelle soll keinen 20 zerstörenden Einfluß auf die Xenon - bzw. auf die Rubidium - Polarisation haben. Es sollten sich daher keine paramagnetischen oder gar ferromagnetischen Zentren an der Innenwand der Zelle befinden. Auch sollte das Material, aus dem die Zelle besteht, absolut unmagnetisch sein.

25 Das Licht des Lasers soll sich möglichst ohne Linseneffekte, d. h. parallel durch die Zelle ausbreiten können.

30 Das Eintrittsfenster der Zelle soll so wenig wie möglich das Licht des Lasers absorbieren. Andernfalls wird insbesondere das Eintrittsfenster zu stark erhitzt und schließlich zerstört.

35 Das Eintrittsfenster soll weder bei Normaldruck noch bei hohem Druck doppelbrechend sein. Andernfalls würde die Zirkularpolarisation des Lasers zerstört oder zumindest

gemindert.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Probenzelle,
5 die solche Anforderungen im Vergleich zum Stand der Technik
in verbesserter Weise zu erfüllen vermag.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine Glaszelle gelöst,
die die Merkmale des ersten Anspruchs aufweist. Ein
10 Verfahren zur Herstellung der Glaszelle weist die Merkmale
des Nebenanspruchs auf. Vorteilhafte Ausgestaltungen
ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die anspruchsgemäße Glaszelle weist einen Glaskörper mit
15 einer Öffnung auf. In die Öffnung ist ein planes Fenster
aus Glas hineingeschoben. Die Form und Größe des Fensters
entspricht der Form und Größe der Öffnung. Die Öffnung
weist einen Rand auf, der breiter ist als die Dicke des
Fensters. Hierdurch soll bewirkt werden, daß zwischen dem
20 Fenster und dem Rand der Öffnung ein großflächiger Kontakt
möglich ist. Der Rand des Fensters ist mit dem Rand der
Öffnung verschmolzen.

Es kann so eine Glaszelle zur Verfügung gestellt werden,
25 die ein Eintrittsfenster aufweist, welches flach ist.
Hierdurch wird ein paralleler Strahlengang durch das
Fenster sichergestellt.

Der Glaskörper umfaßt ferner einen Einlaß und einen Auslaß
30 für Gas.

Der Glaskörper weist insbesondere die Form eines Zylinders
auf. Das plane Fenster ist dann durch eine Scheibe
gebildet. Der Durchmesser der Scheibe entspricht dem
35 Innendurchmesser des Glaskörpers. Die Scheibe wird ein
Stück in den Zylinder hineingeschoben. Die Innenwand des
Zylinders stellt dann eine große Kontaktfläche bereit, die

mit dem Rand der Scheibe verschmolzen werden kann. Diese Innenfläche bildet dann den Rand der Öffnung, der breiter ist als die Dicke des Fensters.

- 5 Vorteilhaft werden beide Öffnungen des Zylinders mit je einem planen Fenster verschlossen.

Der Zylinder weist ferner einen Ein- und einen Auslaß für das Gas auf.

10

- Um das Fenster fest mit der Glaszelle zu verbinden, wird der Rand mehrfach insbesondere auf 1400 bis 1500 °C so erhitzt, daß der betroffene Bereich mehrfach aufgeschmolzen wird. Handelt es sich bei dem Glaskörper um einen Zylinder, 15 so wird dieser von außen erhitzt, um ein eingeschobenes Fenster mit dem Zylinder zu verschmelzen.

- Durch das wiederholte Aufschmelzen entsteht an der Innen- und Außenkante des Fensters ein Radius von 1 - 2 mm. 20 Hierdurch wird erreicht, daß die Glaszelle druckfest ist und gleichzeitig wenigstens ein planes Eintrittsfenster aufweist.

- Vorteilhaft wird ein Fenster vor dem Einbauen bzw. vor dem 25 Verschmelzen mit dem Rand der Öffnung des Glaskörpers geschliffen und anschließend mit einer Säure, insbesondere mit 15 prozentiger Flußsäure gereinigt. Insbesondere wird der Rand rund geschliffen. Durch diese Schritte wird eine ganz besonders haltbare Verbindung mit dem Rand der Öffnung 30 des Glaskörpers gewährleistet.

- Als Material für den Glaskörper wird Borosilikatglas und für das oder die Fenster Borofloatglas (Borosilikatglas 3.3 ISO-Norm) vorgesehen. Beide Materialien haben denselben 35 thermischen Ausdehnungskoeffizienten und lassen sich deshalb besonders gut verschmelzen. Außerdem besitzen beide Borosilikatgläse wenig paramagnetische Zentren und werden

praktisch nicht, wie z.B. Quarzglas, unter Druckbelastung doppelbrechend.

Typischerweise weist der Glaskörper, also z.B. der Zylinder 5 einen Innendurchmesser von 24 Millimetern auf. Die Wandstärke liegt bei oder oberhalb von 5 Millimetern. Ein Radius, der das Fenster mit dem Glaskörper verbindet, steht typischerweise 1 bis 2 Millimeter vor.

10 Eine solche Glaszelle hält einem Druck von 15 bar stand.

Am Eingang bzw. am Ausgang der Probenzelle sind vorteilhaft Ventile vorgesehen, die überwiegend aus Glas gefertigt sind. Soweit Dichtringe bei den Glasventilen eingesetzt 15 wurden, bestanden diese aus Ethylenpropylen.

Ethylenpropylen ist alkaliresistent und weist keine paramagnetischen Zentren auf. Ferner nimmt das Material praktisch kein Edelgas auf.

20 Nach einer Messung einer Xenonpolarisation mit Hilfe von NMR unmittelbar vor und nach einem solchen Ventil zeigte sich kein nennenswerter Polarisationsverlust.

Anhand der nachfolgenden Figuren wird die Erfindung näher 25 erläutert.

Figur 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau der Probenzelle. Die Probenzelle setzt sich aus einem aus Glas bestehenden Zylinder 1 und zwei planen Fenstern 2 und 3 zusammen. Die 30 planen Fenster 2 und 3 sind ein Stück in die jeweiligen Enden des Zylinders hineingeschoben. Die Fenster 2 und 3 sind mit dem Zylinder 1 fest verbunden. Über Rohre 4 und 5 wird das Gasgemisch zunächst in die Probenzelle hineingeleitet und nach der Polarisierung wieder 35 herausgeleitet. Die Rohre 4 und 5 können durch Ventile 6 und 7 verschlossen werden. Einlaßrohr 4 weist einen Abschnitt mit vergrößertem Durchmesser zwischen dem Ventil

6 und der Probenzelle 1, 2, 3 auf. Dieser Abschnitt dient zur Aufnahme von Alkalimetall, welches hier verdampft und dann in die Probenzelle transportiert werden kann.

- 5 Figur 2 zeigt die Probenzelle im Querschnitt. In den Zylinders 1 sind Eintrittsfenster 2 und Austrittsfenster 3 ein Stück hineingeschoben. Durch mehrfaches Aufschmelzen sind die Fenster 2 und 3 mit dem Zylinder 1 verbunden worden. Durch das mehrfache Aufschmelzen haben sich Radien 10 gebildet. Die Radien 8 bilden eine Schmelzverbindung zwischen den planen Fenstern 2 und 3 und dem Zylinder 1. Die Radien 8 befinden sich zu beiden Seiten eines jeweiligen Fensters 2 und 3 und grenzen an den Zylinder 1. Der Zylinder 1 besteht aus Borosilikatglas. Die Fenster bestehen aus Borofloatglas. Die Wandstärke des Zylinders 15 beträgt 5 mm. Die Fenster weisen ebenfalls eine Wandstärke von fünf Millimetern auf. Der Außendurchmesser des Zylinders beträgt ca. 35 bis 40 mm.
- 20 Borofloatglas und Borosilikatglas weisen den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf. Daher verschmelzen die Fenster mit dem Zylinder besonders gut. Es liegt anschließend eine sehr druckfeste Zelle vor, die selbst Drucke von 15 bar verkraftet.
- 25 Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch ein Ventil 6 oder 7. Das Ende einer aus Glas bestehenden Leitung 4 (Rohr) mündet in einen Trichter 9 ein. An den Trichter schließt sich ein Gewinde 10 an. Auf das Gewinde 10 ist eine aus Kunststoff bestehende Kappe 11 aufgeschraubt. Die Kappe 11 verfügt über ein entsprechendes Innengewinde. Ein aus Glas bestehender Bolzen 12 ist an der Kappe 11 zentral innen befestigt. Der Bolzen 12 reicht in den Trichter 9 hinein. Der Bolzen 12 weist zwei Rillen auf, in denen sich O - 30 Ringe 13 befinden. Die O - Ringe 13 bestehen aus Ethylenpropylen. Nicht dargestellt ist ein abzweigendes Rohr, welches sich am oberen Rand mit dem großen
- 35

Durchmesser des Trichters 9 befindet. Es kann ferner ein nicht eingezzeichnetem Zwischenrohrstück zwischen Trichter 9 und Gewinde 10 vorgesehen sein, von dem aus ein Rohr abzweigt.

5

Wird die Kappe 11 hineingeschraubt, so schließt der vordere O - Ring dicht mit dem Trichter 9 ab. Das Ventil ist dann geschlossen.

- 10 Der Bolzen 12 kann einen größeren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des Rohres 4 aufweisen und an dem Ende, welches dem Trichter zugewandt ist, einen sich verjüngenden, in den Trichter einmündenden Abschnitt aufweisen. Dieser Abschnitt dient als Gegenstück zum
15 Trichter. Ein O-Ring ist so beim verjüngenden Abschnitt angebracht, daß dieser mit dem Trichter 9 dicht abschließt, wenn der Bolzen 12 entsprechend weit in Richtung Trichter durch Schrauben der Kappe 11 bewegt worden ist.
Insbesondere bei dieser Ausführungsform sind die genannten
20 hohe Drücke möglich.

Patentansprüche:

5

1. Probenzelle mit

- einem Glaskörper (1), der einen Einlaß (4) und einen Auslaß (5) für Gas sowie wenigstens eine Öffnung aufweist,
- in die Öffnung ist ein planes Fenster (2) aus Glas hineingeschoben,
- die Form und Größe des Fensters (2) entspricht der Form und Größe der Öffnung,
- die Öffnung wird durch einen Rand begrenzt,
- der Rand ist breiter als das Fenster dick ist,
- der Rand des Fensters ist mit dem Rand der Öffnung verschmolzen.

2. Probenzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

- 20 der Glaskörper die Form eines Zylinders (1) aufweist, wobei das plane Fenster (2) durch eine Scheibe gebildet ist, die an einem Ende des Zylinders in den Glaskörper hineingeschoben ist.

25 3. Probenzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Probenzelle zwei plane Fenster (2, 3) aufweist, die zueinander parallel angeordnet sind.

30 4. Probenzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zwei vorstehende Radien (8) von wenigstens einem Millimeter zu beiden Seiten des oder der Fenster, die unmittelbar benachbart zum Umfang des Fensters angeordnet sind und die eine druckfeste Verbindung zum Rand der Öffnung bilden.

35 5. Probenzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch Borosilikatglas, aus dem der Glaskörper (1) und Borofloatglas, aus dem die Fenster (2, 3) bestehen.

- 5 6. Probenzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Glas (1, 2, 3) wenigstens 5 mm dick ist.
- 10 7. Probenzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Außendurchmesser des Glaskörpers (1) zwischen 20 und 100 Millimetern, insbesondere zwischen 35 und 40 Millimetern liegt.
- 15 8. Probenzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Probenzelle Teil eines Polarisators für die Polarisation eines Edelgases ist.
- 20 9. Probenzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Eingang bzw. am Ausgang für das Gas aus Glas gefertigte Ventile (6, 7) vorgesehen sind, die Dichtringe aus Ethylenpropylen umfassen.
- 25 10. Verfahren zur Herstellung einer Probenzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Glaskörper mit einer Öffnung, einem Einlaß und einem Auslaß bereitgestellt wird, in die Öffnung ein planes Fenster hineingeschoben wird, wobei der Umfang des Fensters dem Umfang der Öffnung entspricht und wobei der Rand der Öffnung dicker ist als die Dicke des Fensters, und der Rand von außen wenigstens zweifach so erhitzt wird, daß das Glas in der Nähe des Rands schmilzt, so daß eine Schmelzverbindung zwischen dem Fenster und dem Rand entsteht.
- 30 35 11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem der oder die Ränder eines jeden Fensters vor dem

16

Hineinschieben sowie vor dem Verschmelzen mit dem Rand der Öffnung des Glaskörpers geschliffen, insbesondere der Rand rund geschliffen wird und anschließend mit einer Säure, insbesondere mit Flußsäure gereinigt wird.

5

12. Verwendung einer Probenzelle nach einem der Vorrichtungsansprüche bei Drucken von wenigstens 10 bar.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Dezember 2000 (28.12.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/79244 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01R 33/28**

[DE/DE]; Gut Kartaus, Dürenerstrasse 25, 52428 Jülich (DE). D'ORSANEO, Giovanni [IT/DE]; Artilleriestrasse 72, 52428 Jülich-Broich (DE). SHAH, Nadim, Joni [GB/DE]; Vikariestrasse 4, 52441 Linnich-Boslar (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP00/05251**

(22) Internationales Anmeldedatum:

7. Juni 2000 (07.06.2000)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
199 27 788.5 18. Juni 1999 (18.06.1999) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH** [DE/DE]; 52428 Jülich (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **APPELT, Stephan**

(74) Anwalt: **GILLE HRABAL STRUCK NEIDLEIN PROP ROOS**; Brucknerstrasse 20, D-40593 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht:

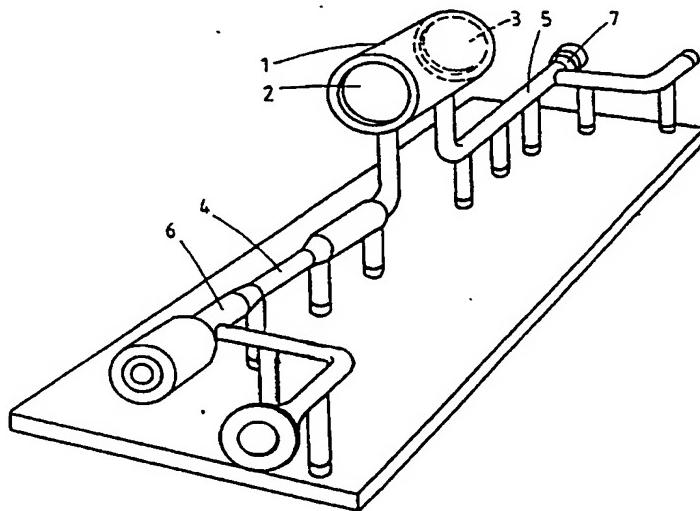
— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: **28. Juni 2001**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Titel: TEST CELL FOR A NOBLE GAS POLARIZER

(54) Bezeichnung: PROBENZELLE FÜR EINEN POLARISATOR VON EDELGASEN



WO 00/79244 A3

(57) Abstract: The invention relates to a test cell having a glass body comprising a gas inlet and outlet and at least one hole. A planar glass window is fused into said hole. The form and size of the window match the form and size of the hole, which is defined by an edge that is wider than the width of the window. The edge of the window is fused together with the edge of the hole. The invention also relates to a method for the production of said test cell. To this end, the window is pushed into the hole. The edge of the hole is heated several times from the outside so that the glass melts and the window and the edge of the hole are fused together. The test cell produced according to said method has a particularly solid connection between the window and the glass body thereby enabling the glass body to withstand pressures above 10 bar and ensuring the passage of light without any lens flaring effects as a result of its planar parallel window. The test cell is used in a noble gas polarizer.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Probenzelle mit einem Glaskörper, der einen Einlaß und einen Auslaß für Gas sowie wenigstens eine Öffnung aufweist, in die Öffnung ist eine planes Fenster aus Glas hineingeschmolzen, die Form und Größe des Fensters entspricht der Form und Größe der Öffnung, die Öffnung wird durch einen Rand begrenzt, der Rand ist breiter als das Fenster dick ist und der Rand des Fensters ist mit dem Rand der Öffnung verschmolzen. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung der Probenzelle. Dabei wird das Fenster in die Eröffnung hineingeschoben. Der Rand der Eröffnung wird von außen mehrfach so erhitzt, daß das Glas schmilzt, so daß eine Schmelzverbindung zwischen dem Fenster und dem Rand der Öffnung gebildet wird. Die verfahrensgemäß hergestellte Probenzelle weist eine besonders feste Verbindung zwischen dem Fenster und dem Glaskörper auf. Daher vermag diese Glaszelle Drucke oberhalb von 10 bar auszuhalten und gewährleistet wegen seines planparallelen Fensters einen Lichtdurchgang ohne Linseneffekte. Die Probenzelle wird bei einem Polarisator für Edelgas eingesetzt.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatinal Application No
PCT/EP 00/05251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01R33/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>ROSEN M S ET AL: "Polarized Xe optical pumping/spin exchange and delivery system for magnetic resonance spectroscopy and imaging studies" REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, US, vol. 70, no. 2, February 1999 (1999-02), pages 1546-1552, XP000942379 ISSN: 0034-6748 see paragraph II.A "Optical pumping/spin exchange"</p> <p style="text-align: center;">—/—</p>	1-12

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 January 2001

Date of mailing of the international search report

17/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lersch, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern	Application No
PCT/EP 00/05251	

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DRIEHUYS B ET AL: "HIGH-VOLUME PRODUCTION OF LASER-POLARIZED ^{129}XE " APPLIED PHYSICS LETTERS, US, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, vol. 69, no. 12, 16 September 1996 (1996-09-16), pages 1668-1670, XP000629162 ISSN: 0003-6951 cited in the application see the whole document ---	1-3, 6-8, 10, 12
A	US 5 642 625 A (CATES JR GORDON D ET AL) 1 July 1997 (1997-07-01) column 14, line 66 -column 16, line 61; figures 2,3 ----	1-3, 5-10, 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No
PCT/EP 00/05251

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5642625	A 01-07-1997	AU	709623 B	02-09-1999
		AU	2594397 A	22-10-1997
		CA	2250168 A	09-10-1997
		EP	0896655 A	17-02-1999
		JP	2000507689 T	20-06-2000
		WO	9737178 A	09-10-1997